

Condições Operacionais da Central de Resíduos de Sapiranga

Roberto Naime¹, Paulo Roberto Coutinho Marques de Almeida²

¹Doutor, Professor Titular do Mestrado em Gestão Tecnológica:Qualidade Ambiental/ FEEVALE e Professor Titular da Universidade de Cuiabá
E mail: maime@feevale.br;

²Engenheiro Industrial Químico Ênfase em Gerenciamento Ambiental, ICET / FEEVALE

Resumo

A crescente preocupação com a geração e destinação final dos resíduos sólidos industriais estimula a caracterização de dados sobre a natureza e diversos outros itens relacionados com o gerenciamento dos resíduos. São necessários a implantação de práticas de minimização da geração de resíduos nas empresas, segregação na origem, acondicionamento e transporte temporários adequados e correta disposição final. Também são cada vez maiores as preocupações em encontrar alternativas, sob os aspectos tecnológicos, econômicos e mercadológicos para viabilização das ações de reutilização e reciclagem. Esses procedimentos, além de reaproveitar os materiais, otimizam a utilização dos aterros. Todos esses procedimentos só são viáveis partindo da premissa de que as centrais de resíduos apresentem boas condições operacionais para a manutenção da segregação e o correto acondicionamento dos resíduos para futura utilização. A Central de Resíduos de Sapiranga, Araricá e Nova Hartz apresenta excelentes condições operacionais. Todos os procedimentos da Central foram analisados e se encontram descritos e demonstrados no presente trabalho.

Palavras-chave: Resíduos, gerenciamento, reciclagem.

Abstract

The increasing concern with generation and final destination of industrial waste materials stimulated the gain of data about the nature and other items related with waste management. Are necessary to increase minimization practices of generation of waste materials in the organizations, segregation in the origin, and correct package and temporary transport, and correct final disposition. Viable alternatives for to take recycling is necessary, including technological, economical and market viability. These procedures can recycle materials and optimize waste sites. All procedures depend of maintenance or segregation and good conditions of waste materials for future utilization. The residues center of Sapiiranga, Araricá e Nova Hartz shows best operational conditions. All procedures of this center were analyzed and are described and presented in this work.

Keywords: Residues, management, recycling.

Introdução

A destinação final adequada dos resíduos sólidos, particularmente em condições que possibilitem futuros reaproveitamentos e reciclagens dos materiais que são passíveis desses procedimentos, é um tema de grande importância e interesse.

Para isso, o gerenciamento deve partir de operações de minimização na geração, segregação na fonte, adequado acondicionamento, transporte e armazenagem interna nas empresas e posteriormente nas centrais de resíduos sólidos.

Dentro das centrais, os resíduos segregados devem ser adequadamente tratados, dispostos e armazenados, objetivando a disponibilização para futuros aproveitamentos, se houver viabilidade tecnológica, mercadológica e econômica.

O trabalho metodologicamente adequado e tecnicamente bem realizado no interior das centrais é fundamental para que o ciclo de reciclagem tenha possibilidades de sucesso.

O objetivo do trabalho é descrever, avaliar e interpretar as condições operacionais da Central de Resíduos de Sapiiranga.

1. Trabalhos Anteriores

São reconhecidas várias iniciativas em diversas áreas industriais sobre minimização na geração de resíduos, segregação na origem, acondicionamento, transporte temporário e destinação final.

O Relatório sobre a geração de resíduos sólidos industriais no Estado do Rio Grande do Sul, elaborado pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) em maio de 2003, sintetiza o estado da arte do tema no Estado (Silva et al., 2003).

2. Materiais e Métodos

O presente trabalho descreve os procedimentos de recepção e tratamento dos resíduos sólidos industriais na Central de Resíduos de Saporanga, do Sindicato das Indústrias de Couro e Calçado do município de Saporanga.

As condições operacionais da Central de Resíduos de Saporanga, que recebe os resíduos de Araricá e Nova Hartz, gerenciada pelo Sindicato das Indústrias de Couro e Calçado do município de Saporanga, sediado no mesmo município, foram analisadas e se encontram cuidadosamente descritas e registradas em material fotográfico, sendo apresentadas neste trabalho.

Os materiais são recepcionados em sacos plásticos, sendo então submetidos aos processos de prensagem em prensa hidráulica com 42 toneladas de capacidade, com redução de 2/3 do volume original, sendo então enfardados e mantidos estocados em sítio próprio, até serem transportados e acondicionados em disposição definitiva em valas.

A disposição final é feita manualmente com auxílio de ponte-rolante para carregamento dos fardos e acondicionamento dentro das valas. Quando é atingido o limite de capacidade da vala, ela é encerrada com geomembrana de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) de espessura de 2 mm, o mesmo que reveste o fundo das valas.

Os dados foram colhidos entre os meses de novembro e dezembro de 2004 referem-se ao ano de 2003 e o trabalho demonstra que a Central de Resíduos de Saporanga pode atuar como modelo da proposta de disponibilização futura de resíduos em bancos apropriados, operando em condições de excelência.

3. Classificação dos Resíduos

A primeira providência para o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos é sua classificação. Os critérios adotados para caracterizar resíduos são definidos em função da origem e de sua degradabilidade. Os critérios não solucionam todos os problemas, mas são úteis para obtenção de uma classificação operacional.

Assim, os resíduos podem ser classificados em:

- ❖ urbanos: enquadram os resíduos residenciais, comerciais, de varrição, feiras livres, capinação e poda;
- ❖ industriais: resíduos advindos de indústrias, nos quais se inclui um grande percentual de lodos provenientes dos processos de tratamento de efluentes industriais, muitas vezes tóxicos e perigosos;
- ❖ serviços de Saúde: que abrangem os resíduos sólidos hospitalares, de clínicas médicas e veterinárias, postos de saúde, consultórios odontológicos e farmácias;
- ❖ radioativos: incluem os resíduos de origem atômica sob tutela do Conselho Nacional de Energia Nuclear (CNEN);
- ❖ resíduos agrícolas: em que se agrupam os resíduos resultantes de processos agropecuários, com ênfase em embalagens de defensivos agrícolas, pesticidas, herbicidas e fungicidas.

De acordo com a natureza dos resíduos, é possível classificá-los quanto ao grau de degradabilidade, (NBR 10.004/04) em:

- ❖ facilmente degradáveis: matéria orgânica, o constituinte principal dos resíduos sólidos de origem urbana;

- ❖ moderadamente degradáveis: são os papéis, papelão e material celulósico; na verdade, como hoje em dia existe um amplo mercado para estes materiais para reciclagem, e por suas condições sociais, com um exército de catadores disponíveis em todas as regiões metropolitanas, o país recicla praticamente todo material dessa natureza, incluindo outros itens;

- ❖ dificilmente degradáveis: são os resíduos têxteis, aparas e serragens de couro, borracha e madeira, que hoje também são parcialmente reaproveitados;

- ❖ não-degradáveis: incluem vidros, metais, plásticos, pedras, terra e outros. Os metais são amplamente reciclados, incluindo as embalagens de alumínio; os vidros e boa parte dos plásticos, como polietileno de baixa densidade, também já são amplamente reutilizados, assim como plásticos e pedras podem ser reaproveitados para cominuição e utilização como subleito de pavimentos.

Os resíduos são classificados quanto a sua periculosidade segundo a norma brasileira NBR 10.004/04. De acordo com essa norma, um resíduo é considerado perigoso quando suas propriedades físicas, químicas e infecto-contagiosas representam:

- a. risco à saúde pública: caracterizado pelo aumento de mortalidade ou incidência de doenças;

- b. risco ao meio ambiente: para produtos que quando manuseados de forma inadequada, podem causar poluição dos meios físico ou biológico;

- c. dose Letal50 (oral em ratos): que representa uma substância que, se ingerida, produz a mortalidade de 50% de ratos;

- d. concentração Letal50: que representa a concentração de uma substância, em geral volátil, que, quando inalada ou administrada por via respiratória, acarreta a morte de 50% da população exposta;

- e. dose Letal50 dérmica em coelhos: que representa a dose letal para 50% dos coelhos testados, quando administrada em contato com a pele.

Não existe a tradição nem o hábito de realização extensiva de testes com doses e concentrações letais em nosso país, e a modificação dessa realidade é muito importante.

ANBR 10.004/04 estabelece que a classificação quanto à periculosidade deve ser feita com base nos seguintes critérios:

- a) inflamabilidade;

- b) corrosividade;

- c) reatividade;

- d) toxicidade;

- e) patogenicidade (excluídos os resíduos sólidos domiciliares e aqueles gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário).

Ocorrendo a impossibilidade do enquadramento dos resíduos em pelo menos um dos critérios citados, a NBR 10.004/04 estabelece a necessidade de que amostras sejam submetidas a ensaios tecnológicos, avaliando as concentrações de elementos que conferem periculosidade, de acordo com listas organizadas pela própria Norma referida (Teixeira et al., 1999; Silva et al., 2003, Naime, 2005).

Para resolver essas questões, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) elaborou e vinculou a NBR 10.004/04 e as seguintes normas e procedimentos:

- NBR 10.005/04 Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos,
- NBR 10.006/04 - Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos;
- NBR 10.007/04 Amostragem de resíduos sólidos.

A partir desse conjunto de regramentos e definições, os resíduos sólidos são classificados e enquadrados em uma das seguintes classes.

I. Resíduos Classe I - Perigosos: quando os resíduos estiverem enquadrados em pelo menos um dos critérios de periculosidade ou quando submetidos a testes de lixiviação apresentam extratos lixiviados com concentrações superiores à listagem 7 da NBR 10.004/04; se as concentrações forem inferiores, será realizado ensaio de solubilização para avaliação e classificação do resíduo na classe II.

II. Resíduos Classe II - Não-inertes: são os resíduos que não se enquadram em nenhuma das outras classes, mas são reativos e podem apresentar combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água, estando incluídos matéria orgânica, papéis, papelão, matéria vegetal e outros.

III. Resíduos Classe III - Inertes: são os resíduos que quando submetidos a testes de solubilização, não têm nenhum dos seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, da Listagem 8, anexo H da NBR 10.004/04. São rochas, tijolos, vidros, alguns tipos de plásticos e borrachas. Caso as concentrações sejam superiores aos padrões, são classificados como resíduos classe II; na prática, comumente se associa esse tipo de resíduo com os entulhos da construção civil, embora nem todos sejam dessa classe, como bem normatiza a Resolução 307, de 05 de julho de 2002, do CONAMA.

A definição de resíduos perigosos deve ser bem compreendida. Acima das questões legais pode-se afirmar que se encontram as questões éticas e por isso essa definição merece ser trabalhada para o perfeito entendimento do princípio subjacente ao conceito. A definição de resíduo perigoso utilizada pela Agência de Proteção Ambiental americana é:

O termo resíduo perigoso caracteriza um resíduo sólido ou combinação de resíduos sólidos os quais, devido à quantidade, concentração ou características físicas, químicas ou infecciosas pode:

- Causar ou contribuir significativamente para o aumento da mortalidade ou para o aumento de doenças sérias irreversíveis ou reversíveis incapacitantes;
- Significar um perigo presente ou potencial para a saúde humana ou meio-ambiente quando tratado, armazenado, transportado, disposto ou usado de maneira imprópria”.

Os resíduos reativos estão fora das normatizações por serem de competência da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

A NBR 10.004/04 tem como instrumentos auxiliares na classificação dos resíduos, as seguintes listagens:

1. Listagem 1 - Resíduos Perigosos de Fontes não Específicas: 18 resíduos, incluindo solventes não halogenados, solventes halogenados, lodos, soluções exauridas e outros.

2. Listagem 2 - Resíduos Sólidos de Fontes Específicas: 96 resíduos de 19 fontes, incluindo indústria de preservação da madeira, pigmentos inorgânicos, produtos químicos orgânicos, pesticidas, explosivos, refinação de petróleo, ferro e aço, cobre primário, chumbo primário, fabricação de tinta e outros.

3. Listagem 3 - Constituintes Perigosos: base para relação dos resíduos e produtos das listagens 1 e 2, com 116 constituintes, incluindo tetracloroetileno, tolueno, metiletilcetona, cádmio, cromo, níquel, chumbo, anilina e outros.

4. Listagem 4 - Substâncias que conferem periculosidade aos resíduos: 354 substâncias, entre as quais diclorometano, pentaclorofenol, tolueno e outros.

5. Listagem 5 - Substâncias Agudamente Tóxicas: 114 substâncias, incluindo flúor, isocianato de metila, endrim e outros.

6. Listagem 6 - Substâncias Tóxicas: 391 substâncias diversas, incluindo acetaldeído, acetona, ácido fórmico, clorofórmio, cloreto de vinila, formaldeído, tolueno e outras.

7. Listagem 7 Concentração: limite máximo no extrato obtido no teste de lixiviação.

8. Listagem 8 Padrões para o teste de Solubilização.

9. Listagem 9 Concentrações máximas de poluentes na massa bruta de resíduos.

10. Listagem 10 Concentrações mínimas para caracterizar o resíduo como perigoso.

Nas listagens de 1 a 6, estão relacionados os tipos de resíduos e substâncias responsáveis pelo caráter de periculosidade. Nas Listagens 9 e 10, estão apresentadas as concentrações mínimas e máximas de resíduos perigosos na massa total da amostra.

4. Pesquisa de Campo

A segregação dos materiais na origem é uma condição básica para permitir ações de planejamento que objetivem a reutilização e a reciclagem dos resíduos.

Conforme as conceituações normalmente aceitas, a reutilização é o uso do material da forma em que se encontra, sem qualquer procedimento preparatório ou de beneficiamento para seu emprego (Klein, 2001; SENAI, 1996).

A reciclagem é a reutilização do material para novo processo industrial, incluindo a possibilidade de prévia limpeza ou beneficiamento, pois o material será empregado como matéria-prima de novo processo industrial.

A utilização dos resíduos industriais no Brasil passa pela otimização dos processos para minimização da sua geração, segregação na origem, reutilização e reciclagem dos materiais, para alongamento da vida útil das centrais de recepção e destinação de resíduos.

Dessa forma, serão possíveis o planejamento de intervenções futuras para otimizar o gerenciamento e a destinação final dos resíduos.

Na Central de Resíduos de Sapiiranga, os materiais são recebidos, segregados e acondicionados em sacos plásticos, conforme se observa na Figura 1.



Figura 1 - Material recepcionado, segregado em sacos plásticos.

Os sacos plásticos contendo resíduos diversos são abertos e despejados no interior da prensa hidráulica para redução de volume.

Cerca de 8 a 12 sacos plásticos contendo resíduos são despejados separadamente para prensagem, resultando numa redução de volume situada entre 60 a 70% em relação ao volume inicial.

A Figura 2 mostra o fardo produzido pelo tratamento dos resíduos na prensa com capacidade de 42 toneladas, responsável pela redução de até 2/3 do volume inicial.

Esse procedimento é fundamental na otimização do uso do espaço, sendo adequadamente utilizado pelo processo de empilhamento geométrico com ponte rolante, que potencializa os resultados favoráveis obtidos com o tratamento por prensagem.



Figura 2 - Prensa de 42 toneladas utilizada para redução do volume dos resíduos industriais.

Esse procedimento, genericamente denominado como uma das formas de tratamento de resíduo industrial, reduz os volumes a serem dispostos nas valas, otimizando o aproveitamento das valas e reduzindo os custos, permitindo ainda futuros aproveitamentos à medida que sejam desenvolvidas soluções tecnológicas, econômicas e mercadológicas eficientes.

Esse processo é extremamente adequado, principalmente nos materiais secos de classe II, que são considerados estáveis e que não apresentam problemas maiores de geração de chorume, principalmente quando adequadamente protegidos das intempéries climáticas, como no caso da Central de Resíduos Sólidos de Sapiroanga.

Na Figura 3, é apresentado o resultado do processo de prensagem ou enfardamento e, na Figura 4, logo abaixo, depósito para colocação dos fardos enquanto não são destinados para as valas.



Figura 3 - Material prensado em prensa hidráulica para redução da utilização do espaço nas valas, otimizando custos, permitindo destinação final adequada e futuro reaproveitamento, quando houver tecnologias economicamente viáveis.



Figura 4 - Material prensado e armazenado para transporte e disposição final em valas.

Na Figura 5, é mostrada uma vala já preenchida, que deverá receber mais 2 ou 3 andares de fardos e ser encerrada com manta de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) com 2 mm de espessura. Enquanto está em operação, a vala tem cobertura para impedir o acesso das águas pluviais, produzindo chorume e danificando os materiais, procedimento reforçado pelos sistemas de proteção lateral contra as águas pluviais.



Figura 5 - Vala de disposição final dos fardos que são empilhados geometricamente, para plena utilização dos espaços, otimização de custos e possibilitando reaproveitamento futuro.

Na Figura 6, observa-se uma vala em operação, com restos de resíduos soltos para servirem de lastro para o empilhamento geométrico dos fardos.



Figura 6 - Vala atualmente em uso, mostrando o perfeito empilhamento utilizado para otimização dos espaços.

Na Figura 7, observa-se uma vala totalmente preenchida e já encerrada. Nessa fase, não é mais necessária a presença de cobertura para impedir o acesso das águas da chuva, pois a própria manta de Polietileno executa essa função. Os telhados então são removidos para utilização em novas valas.



Figura 7 - Vala encerrada com proteção de geomembrana de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), contra intempéries, sem a necessidade de cobertura e aguardando cobertura com argila de baixa permeabilidade ou reaproveitamento.

A seqüência de registros fotográficos permite uma plena compreensão dos sistemas de tratamento de resíduos e disposição final utilizados na Central de Resíduos Sólidos de Saporanga. Sem dúvida, essa é uma operação modelar para tratamento de resíduos da indústria calçadista.

5. Análise dos Dados

A Central de Resíduos Sólidos Industriais de Saporanga, mantida pelo Sindicato das Indústrias de Couro e Calçado de Saporanga, destina-se a atender a legislação, com destinação final adequada para os resíduos, de forma que não contaminem solos ou lençóis freáticos ou subterrâneos e não produzam impactos ambientais indesejáveis.

A Central também tem a função de destinação final adequada, tanto encaminhando os materiais para reutilização ou reciclagem, quanto dispondo de forma adequada em valas revestidas com polietileno de alta densidade (PEAD), com drenagens e proteção lateral contra intempéries e cobertura durante o tempo de operação, para impedir que as águas de chuva percolem os resíduos e produzam chorume.

Após o fechamento das valas, os telhados são reaproveitados em novas valas durante a operação e, dessa forma, reaproveitados sucessivamente, sendo fabricados em estruturas de concreto armado protendidas, com vão de espaçamento de 20 m na lateral.

O volume de resíduos recebidos pela Central de Resíduos Sólidos Industriais dos municípios de Saporanga, Araricá e Nova Hartz durante o ano de 2003 foi de aproximadamente 13.000 m³, mais

exatamente 12.889,8 m³ antes da prensagem. Após a prensagem, o volume foi reduzido para 4.296,6 m³, com redução de 8.593,2 m³, ou seja, uma redução de volume superior a 2/3 do volume inicial.

A Tabela 1 apresenta a discriminação da natureza dos resíduos, o volume registrado e a classe do material segundo as classificações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), NBR 10.004/04.

Tabela 1 Natureza, quantidade e classificação dos resíduos recebidos durante o ano de 2003 na Central de Resíduos de Saporanga.

NATUREZA DOS RESÍDUOS	VOLUME (m³)	Classe do Resíduo
COURO CROMO	5.780,9	I
COURO ATANADO	942	I
SOLA DE COURO	7,2	I
RECOURO	15	I
PÓ DE LIXA – COURO	342,7	I
VARREDURA FINA	288,3	I
PAPEL E PAPELÃO	129	II
PALMILHAS	447,4	II
PLÁSTICOS	50,6	II
SINTÉTICO SOLA	302,9	II
SINT INJETADO -APARAS	2.094,8	II
CONTRA-FORTE	629,1	II
ESPUMAS	882,6	II
SOLA E APARAS DE EVA	142	II
SOLA PU	21	II
TECIDOS	494,3	II
PÓ SINT. BORRACHA	320	II
TOTAL	12.889,8	

Na Figura 8, está apresentado o diagrama sobre a classe dos resíduos.

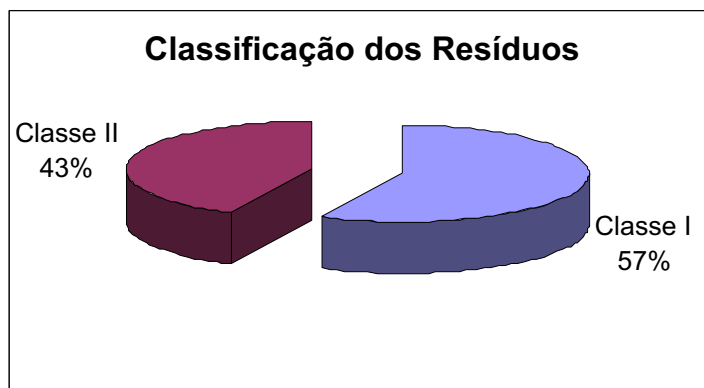


Figura 8 - Total de resíduos de classes I e II recebido na Central de Saporanga em 2003.

Os resíduos recebidos pela central indicam predomínio (57%) para os da Classe I, classificados como perigosos devido à presença de metais pesados no curtimento do couro, particularmente o Cromo, em relação aos resíduos da Classe II (43%).

Na Figura 9, é apresentado o diagrama mostrando a classificação quanto à natureza dos materiais recebidos.

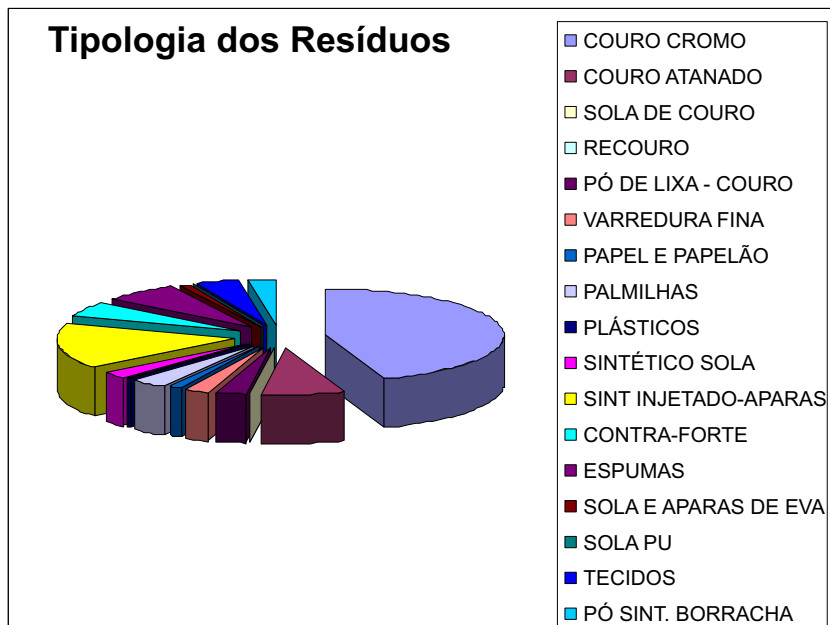


Figura 9 - Natureza dos materiais recebidos pela Central de Resíduos de Sapiiranga em 2003.

Conclusões

A central de resíduos de Sapiiranga, Araricá e Nova Hartz é mantida e operada pelo Sindicato das Indústrias de Couro e Calçado do município de Sapiiranga. Os materiais fotográficos e a forma de operação descrita comprovam que se trata de um procedimento-modelo no Estado do Rio Grande do Sul.

A natureza dos resíduos, em sua maioria secos e sem grandes problemas de umidade, com as medidas corretas e adequadas na proteção dos materiais para evitar que a percolação das águas pluviais produza chorumes, torna a operação e os resultados dessa central de destinação final dignos de registro. O aproveitamento e a ocupação otimizada dos espaços nas valas também devem ser ressaltados, pois é um modelo que minimiza os investimentos necessários, maximizando os resultados favoráveis, permitindo a máxima proteção ambiental, com o menor gasto possível.

Os materiais também ficam prensados e acondicionados adequadamente nas valas, permitindo que o desenvolvimento de tecnologias e a viabilização mercadológica futura encontrem, nesses resíduos, possíveis materiais para reutilização e reciclagem ou nova industrialização, minimizando a produção de novas matérias-primas a partir de fracionamento do petróleo, que é cada vez mais raro e dispendioso.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004/2004. **Resíduos sólidos: Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.
- _____. NBR 10005/2004. **Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.
- _____. NBR 10006/2004. **Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.
- _____. NBR 10007/2004. **Amostragem de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.
- CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. CONAMA. **Resolução Nº 307**, de 05 de julho de 2002 (DOU, 17/07/02). Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
- KLEIN, A. Lei poderá readequar resíduos de curtumes. **Revista do Couro**, ABQTIC, Estância Velha, n.149, p.51, Jun/Jul 2001.
- NAIME, R. **Gestão de Resíduos Sólidos**. Ed. Feevale, Novo Hamburgo, 136p, 2005.
- SENAI-RS Seminário de Atualidades em Tecnologia de Elastômeros, 1, Reciclagem de Compostos Elastoméricos. In: **IV ENCONTRO DOS EX-ALUNOS DOS CURSOS DE TECNOLOGIA DE ELASTÔMEROS**. Porto Alegre, 1996. Anais. São Leopoldo, Centro Tecnológico de Polímeros, 1996. 86 p.
- SILVA, R. das. C.; SANGOI, R. F.; ESPINOZA, M. W. **Relatório sobre a geração de resíduos sólidos industriais no estado do Rio Grande do Sul**. Disponível em <http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/rsi.asp/DiagTotal/2002.zip>. Acesso em 20 de novembro de 2003.
- TEIXEIRA, R. C.; BASEGIO, T. M. BERGMANN, C. P. **Caracterização química de resíduo sólido de curtume (serragem de couro ao cromo) e sua aplicação como carga em materiais cerâmicos**. Centro Tecnológico do Couro, SENAI/RS. Estância Velha, Jul 1999.
- .